

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РПНД: T72365



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Теорія інформації та обробки сигналів

THEORY OF INFORMATION AND SIGNAL PROCESSING

рівень вищої освіти другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія інформації та обробки сигналів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

спеціальності 171 «Електроніка»

освітня програма «Електронні системи»

"21" 05 2023 року. – 16 с.

Розробник: Дьяконов О.С., к.т.н., доцент, доцент кафедри ПЕЕТ,

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

д.т.н., проф. Рябенський В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Протокол № 11 від «06» 06 2023 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ

д.т.н., проф. Рябенський В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ» розглянуто методичною Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 10 від «19» 06 2023 р.

Голова

к.т.н., доц. Жук Д.О.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

к.т.н., доц. Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «28» 06 2023 р.

Голова НМР НУК

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	14
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	14
10. Рекомендовані джерела інформації.....	15

ВСТУП

Анотація

Вивчення теорії інформації та обробки сигналів є необхідною умовою формування професійної компетентності, сприяє ефективнішому розвитку особистого інтелектуального потенціалу, а також є важливою передумовою формування всіх компонентів компетентностей у галузі інформаційних електронних систем, комп'ютерної інженерії, телекомунікацій тощо. У програмі дисципліни розглянуто поняття інформації та інформаційні параметри; передавання інформації по каналах зв'язку з шумами; кодування інформації; основи цифрової обробки сигналів; диференціально-інтегральні методи обробки сигналів; цифрову обробку сигналів; цифрову фільтрацію.

Курс теорії інформації та обробки сигналів носить міждисциплінарний характер, є обов'язковою для вивчення дисципліною фахової підготовки студентів.

Ключові слова: інформація, кодування, канал зв'язку, цифрова фільтрація.

Abstract

The study of Information Theory and signal processing is a necessary condition for the formation of professional competence, contributes to the effective development of personal intellectual potential, and is also an important prerequisite for the formation of all components of competencies in the field of information electronic systems, computer engineering, telecommunications, etc. The program of the discipline considers the concept of information and information parameters; information transmission via communication channels with noise; information encoding; fundamentals of digital signal processing; differential-integral methods of signal processing; digital signal processing; digital filtering.

The course of Information Theory and signal processing is interdisciplinary in nature and is mandatory for studying the discipline of professional training of students.

Key words: information, encoding, communication channel, digital filtering.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Обов'язкова	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність – 171 Електроніка Освітня програма – «Електронні системи»	Семестр	
		1-й	1-й
		Лекцій	
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		15 год.	6 год.
		Практичні	
		-	-
Загальна кількість годин: 90	Освітній рівень: другий (магістерський)	Лабораторні	
		15 год.	6 год.
Тижневих годин для денної форми навчання:		Самостійна робота	
аудиторних – 2		60 год.	78 год.
самостійної роботи студента – 4		Індивідуальні завдання: не передбачено	
		Вид контролю: залік	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни *«ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ»* є набуття ґрунтовних знань в галузі представлення інформації, її вираження та перетворення, кодування, а також моделювання аналогових, дискретних та цифрових сигналів, що використовуються в інформаційних електронних системах та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- СК4. Здатність використовувати інформаційні, комп'ютерні і мультимедійні технології, методи моделювання, інтелектуалізації, штучного інтелекту, експериментальні методи для дослідження та аналізу процесів в електронних компонентах, пристроях і системах;
- СК7. Здатність до розв'язання задач обробки та відображення інформації в сучасних електронних пристроях і системах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни першого рівня: «Інформатика», «Теорія електричних кіл», «Електронні системи»; «Мікропроцесори».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПРН2. Моделювати та експериментально досліджувати об'єкти та процеси в електроніці та технології електронної промисловості.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Теорія інформації і обробки сигналів.

Змістовий модуль 1. Інформація, ентропія, оптимальне кодування.

Тема 1. Інформація, її форми, ентропія.

Лекція 1. Інформація, її форми. Інформаційні характеристики дискретних сигналів. Дискретизація, квантування та цифрове подання неперервних сигналів. Теорема Котельникова (Найквіста, Шеннона). [1] с. 10-35, [2] с. 6-15, [23] с. 91-97.

Лекція 2. Ентропія як міра невизначеності процесу. Ентропія бінарних повідомлень. [2] с. 16-22, [10] с. 15-29.

Лекція 3. Умовна ентропія. Ентропія об'єднання. [2] с. 23-32, [10] с. 30-35.

Тема 2. Кодування.

Лекція 4. Розрахунок втрат інформації у каналі зв'язку під впливом завад. Використання умовної ентропії та ентропії об'єднання для розрахунку втрат та кількості переданої інформації. [2] с. 33-44, [23] с. 270-292.

Лекція 5. Коди. Представлення кодів. Поняття про кодування. Представлення кодів у вигляді поліномів. [2] с. 45-50, [3] с. 5-23.

Лекція 6. Поняття надмірності. Повна та часткова надмірність. Розрахункові співвідношення. Зв'язок надмірності з ентропією та характеристиками алфавіту. Основна теорема кодування для каналу зв'язку без шумів. [2] с. 51-59.

Лекція 7. Принципи оптимального кодування. Властивості оптимальних кодів. Методики побудови оптимальних кодів: методика Шеннона-Фано, методика Хаффмена. Оцінка ефективності та оптимальності кодів. [2] с. 60-69, [3] с. 18-32.

Змістовий модуль 2. Корекція похибок, кореляція, ідентифікація систем.

Тема 3. Корекція похибок.

Лекція 8. Ідея корекції помилок. Зв'язок корегуючих властивостей кодів з надмірністю. Геометричне представлення кодів. Технічна схема реалізації контролю парності. [2] с. 60-69, [3] с. 18-32.

Лекція 9. Код Хемінга. [2] с. 70-80, [3] с. 45-48.

Лекція 10. Циклічні коди. Представлення у вигляді поліномів. [2] с. 81-84.

Лекція 11. Спосіб утворення кодового многочлена. Декодування та виправлення помилок. [2] с. 85-88, [3] с. 68-77.

Тема 4. Застосування кореляції та ідентифікація систем.

Лекція 12. Кореляція. Застосування кореляції. [2] с. 94-102, [17] с. 91-92.

Лекція 13. Автокореляційна функція. Взаємна кореляція. [2] с. 103-105.

Лекція 14. Дискретна згортка. Імпульсна характеристика. Розрахункові співвідношення. [2] с. 106-109, [17] с. 217.

Лекція 15. Ідентифікація систем. Зв'язок між згорткою та кореляцією. Методи накладання-додавання та накладання-запису для обчислення згортки. [2] с. 110-119, [17] с. 217.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	лб.	пр.	с.р.		лек.	лб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Теорія інформації і обробки сигналів										
Змістовий модуль 1. Інформація, ентропія, оптимальне кодування.										
Тема 1. Інформація, її форми, ентропія.	20	3	3	-	14	20	1	1	-	18
Тема 2. Кодування.	25	4	4	-	17	25	2	2	-	21
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	45	7	7	-	31	45	7	3	-	39
Змістовий модуль 2. Корекція похибок, кореляція, ідентифікація систем.										
Тема 3. Корекція похибок.	20	4	4	-	12	20	1	1	-	18
Тема 4. Застосування кореляції та ідентифікація систем.	25	4	4	-	17	25	2	2	-	21
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	45	8	8	-	29	60	3	3	-	39
Усього годин	90	15	15	-	60	90	6	6	-	78

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Лабораторна робота №1. Розрахунок ентропії системи . [2] с. 18-22.	1	0,25
2	Лабораторна робота №2. Обчислення інформації, переданої через канал передачі даних. [2] с. 29-30.	1	0,25
3	Лабораторна робота №3. Розрахунок втрат інформації у каналі зв'язку під впливом завад. [2] с. 8-15.	1	0,5
4	Лабораторна робота №4. Представлення коду у вигляді поліному. [2] с. 48-50.	1	0,5
5	Лабораторна робота №5. Представлення коду у вигляді поліному. [2] с. 61-64.	1	0,5
6	Лабораторна робота №6. Дослідження кодів с контролем парності. [2] с. 77-80.	1	0.5
7	Лабораторна робота №7. Дослідження коду Хемінга. [2] с. 82-84.	1	0,5
Змістовий модуль 2			
8	Лабораторна робота №8. Дослідження циклічних кодів. [2] с. 85-88.	1	0,25
9	Лабораторна робота №9. Спосіб утворення кодового многочлена. [2] с. 89-92.	1	0,25
10	Лабораторна робота №10. Алгоритм декодування. [2] с. 93.	1	0,5
11	Лабораторна робота №11.Застосування кореляції. [2] с. 94 – 102.	1	0,5
12	Лабораторна робота №12. Властивості автокореляційної функції. [2] с. 104 – 105.	1	0,5
13	Лабораторна робота №13. Дискретна згортка. [2] с. 106 – 109.	1	0,5
14	Лабораторна робота №13. Дискретна згортка. [2] с. 106 – 109.	1	0,5
15	Лабораторна робота №15. Метод накладання-додавання для обчислення згортки. [2] с. 110 – 119.	1	0,5
	Разом	15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,5-1 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до лабораторних занять – **1,5-2 год. / 1 заняття;**
- підготовка до тестування – **5 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку – **15 год.;**
- підготовка до екзамену – **15-20 год.**

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **2-3 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до лабораторних занять – **4-5 год. / 1 заняття;**
- підготовка до тестування – **10 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку – **15 год.;**
- підготовка до екзамену – **15 год.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Підготовка до лекційних занять	10	12
2	Підготовка до лабораторних занять	11	12
3	Підготовка до тестування	10	15
Змістовий модуль 2			
5	Підготовка до лекційних занять	6	6
6	Підготовка до лабораторних занять	8	8
7	Підготовка до тестування	5	10
8	Підготовка до заліку	10	15
	Разом	60	78

Індивідуальне науково дослідне завдання

Не передбачено.

6. Методи навчання , засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Методи навчання:

- лекції;
- лабораторні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- стандартизовані тести;
- модульні контрольні роботи;
- презентації результатів виконаних лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів роботи на практичних заняттях та підсумкового контролю у формі заліку. Питома вага заліку та заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних робіт.

Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 30 балів, результатів роботи на лабораторних заняттях – до 30 балів та заліку – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється у формі заліку, що проводиться у письмовій формі. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
2	Студент самостійно виконав всі етапи рішення задачі. В представленому звіті немає помилок. Всі параметри систем вірні.. Можливі одна-дві різні неточності, які не є наслідком незнання або нерозуміння навчального матеріалу.
1,5	Робота виконана не в повному обсязі. Допущено більше однієї помилки при дослідженні системи. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача, але не володіє обов'язковими вміннями за темами, що перевіряються, та основними навичками роботи, необхідними для вирішення поставленого завдання.
1	Роботу в основному не виконано (обсяг виконаної частини менше 2/3 від загального обсягу завдання). Студент показує незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і взаємозв'язків, не вміє вирішувати кількісні та якісні завдання. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі.
0,5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі, вміннями і навичками практичної роботи, або значна частина роботи виконана не самостійно.
0	Роботу повністю не виконано або допущені суттєві помилки та робота показала повну відсутність у студента обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.
<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 бали (15 робіт по 2 бали).</i>	

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	15	13	12	10	9	7	6	4	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань на лабораторних заняттях	15x2 бали = 30 балів	15x2 бали = 30 балів
Поточний модульний контроль	2x15 балів = 30 балів	2x15 балів = 30 балів
Всього	60	60

Критерії оцінювання знань з дисципліни у формі заліку

Залік проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та одного тесту. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів

Виконання першого завдання потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 15 балів).

13-15 балів отримують студенти, які повно та ґрунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом з теорії інформації та обробки сигналів, вільно, самостійно й аргументовано його викладають його під час письмової відповіді.

10-12 балів отримують студенти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом, в цілому розкрили теоретичне питання, однак не повно, і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки, не вистачає достатньої глибини та аргументації. При цьому не було використано на достатньому рівні обов'язкову літературу.

8-9 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без ґлибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

6-7 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі частково впливають на загальне розуміння питання.

3-5 балів отримують студенти, які не в повному обсязі володіють матеріалом, загалом правильно визначили сутність питання, однак недостатньо або поверхнево розкривши більшість його окремих положень і допустивши при цьому окремі помилки, які частково вплинули на загальне розуміння проблеми.

0-2 бали отримують студенти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі положення питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальне розуміння питання.

Друге питання потребує короткої відповіді, котра розкриває сутність того чи іншого поняття або теоретичного положення (оцінюється від 0 до 10 балів).

8-10 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

5-7 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-4 бали отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття, або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

0-2 бали отримують студенти, які частково і поверхнево визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

Третє завдання семестрового заліку (1 семестр) представляє собою тест, що містить 10 запитань і оцінюється від 0 до 10 балів. Кожна вірна відповідь на запитання тесту оцінюється в 1 бал.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

1-й семестр

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота №1, №2, №3	6	Лабораторна робота №1, №2, №3	6
	T2	Лабораторна робота №4, №5, №6, №7	8	Лабораторна робота №4, №5, №6, №7	8
ПМК		Тест	15	Тест	15
ЗМ 2	T3	Лабораторна робота №8, №9, №10, №11	8	Лабораторна робота №8, №9, №10, №11	8
	T4	Лабораторна робота №12, №13, №14, №15	8	Лабораторна робота №12, №13, №14, №15	8
ПМК		Тест	15	Тест	15
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість студенту не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Теорія інформації та обробки сигналів».

На лабораторних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій у своїй діяльності, що має забезпечити формування у

студентів основ інформаційної культури та інформативно-комунікативної компетентності. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища для проведення досліджень може використовуватися MATLAB/Simulink.

Як наочний матеріал на лекціях та лабораторних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Теорія інформації та обробки сигналів» та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Душин В.К. Теоретичні основи інформаційних процесів та систем, 2006. –348 с.
2. «Теорія інформації та обробка сигналів-1»: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електронні компоненти і системи» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю.С. Ямненко, К. С. Клен. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,107 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 120 с.
3. Аршинов М. Н., Садовский Л. Е. Коды та математика. – К.: Наука Головна редакція фізико-математичної літератури, 1983. – 144 с.
4. Кудряшов Б. Д. Основы теории кодирования: навч. посібник., 2016. – 400 с.
5. Теорія кодування / Т. Касами, Н. Токура, Е. Ивадари, Я. Инагаки пер. с японского А.В. Кузнецова; під ред. Б.С. Цибаква, С.И. Гельфанда , 1978. – 576 с.
6. Александров П. С. Введения у теорію груп. – К.: Наука Головна редакція фізико-математичної літератури, 1980. – 144 с.
7. Robert H. Morelos-Zaragoza. The Art of Error Correcting Coding. Second Edition, John Wiley & Sons, 2006.
8. Richard E. Blahut. Theory and Practice of Error Control Codes. Addison-Wesley; Reprint. with corr edition (January 1, 1983).
9. W. Wesley Peterson and E. J. Weldon Jr. Error-Correcting Codes, second edition. 576 pp.
10. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник. –К.: Вища школа, 2001, -255 с.
11. Цимбал В. П. Теорія інформації та кодування. –К.: Вища школа, 1992. - 263 с.
12. Баскаков С.И. Радиотехнічні кола та сигнали: Підручник.: Вища школа, 1983. -536 с.
13. Зиновьев А.Л., Филиппов Л.И. Введения в теорію сигналів та кіл – К.: Вища школа, 1975. -264 с.

14. Тугевич В.Н. Телемеханіка. –К.: Вища.школа, 1985. -423 с.
15. Lawrence R. Rabiner, Bernard Gold. Theory and Application of Digital Signal Processing. Prentice-hall, New Jersey, 1975.
16. Emmanuel C. Ifeachor, Barrie W. Jervis. Digital Signal Processing: A Practical Approach. Prentice Hall; 2nd edition. 2001. 933 pp.
17. Сергієнко О.Б. Цифрова обробка сигналів, 2007. -751 с.
18. Фесечко В.О. Методи перетворення сигналів: Навч. посіб. –К.: ІВЦ Політехніка, 2005. -128 с.
19. Гоноровський І.С., Дьомін М.П. Радіотехнічні кола та сигнали, 1994. – 620 с.

Допоміжна література

20. Дьяконов В.П. Вейвлети. Від теорії до практики, 2002.
21. Alan V. Oppenheim, Roland W. Schaffer. Digital signal processing. Prentice Hall, New Jersey, 1975.
22. William M. Siebert. Circuits, Signals, and Systems. MIT Press 1985. - 651 pp.
23. Bernard Sklar. Digital Communications: Fundamentals and Applications, 2003. – 1079 p.
24. Steven Smith. Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists. Newnes; 1st edition, 2002. 650 pp.

Інформаційні ресурси в Інтернет

25. MATLAB/Simulink. Режим доступу: <https://www.mathworks.com>

Розробник:

доцент кафедри ПЕЕТ



к.т.н., доц. Дьяконов О.С.